

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-282330

(43)Date of publication of application : 15.10.1999

(51)Int.Cl.

G03H 1/22
G03H 1/02
G03H 1/16
G11B 7/00
G11B 7/135

(21)Application number : 10-081257

(71)Applicant : PIONEER ELECTRON CORP

(22)Date of filing : 27.03.1998

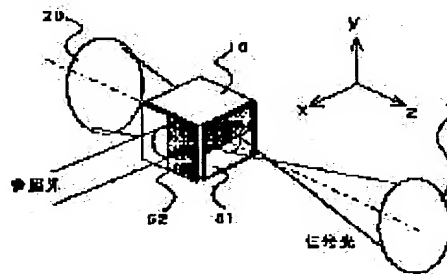
(72)Inventor : TANAKA SATORU
YAMAJI TAKASHI
HATANO HIDEKI

(54) REGENERATING DEVICE FOR VOLUME HOLOGRAPHIC MEMORY LIGHT INFORMATION RECORD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily reshape the interference territory form in the medium of a reference light and a signal light compared with the case of reshaping of a lens by providing an intensity maldistributing means maldistributing the light intensity distribution of the signal light and the reference light beam in the territory in which the signal light and the reference light beam in a recording medium are crossed with each other in the optical paths of respective optical systems.

SOLUTION: A light beam is reshaped so as to irradiate a signal light and a reference light to a recording medium 10 at proper intensity by the use of a light beam expander and the like. Second and third space light modulators 51, 52 are inserted into respective optical paths to control the light beam form. Namely, in the territory in which the signal light beam and the reference light beam in the recording medium 10 are crossed with each other, the second and third space light modulators 51, 52 as intensity maldistributing means are provided on the optical paths in the optical systems of the signal light beam and the reference light beam so as to maldistribute the light intensity distribution of the signal light beam and the reference light beam.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.09.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-282330

(43) 公開日 平成11年(1999)10月15日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	P I
G 0 3 H	1/22	G 0 3 H 1/22
	1/02	1/02
	1/16	1/16
G 1 1 B	7/00	G 1 1 B 7/00 A
	7/135	7/135 Z
審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 12 頁)		

(21) 出願番号 特願平10-81257

(22) 出願日 平成10年(1998) 3月27日

(71) 出願人 000005016

バイオニア株式会社

東京都目黒区目黒1丁目4番1号

(72) 発明者 田中 寛

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号バイ

オニア株式会社総合研究所内

(72) 発明者 山路 崇

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号バイ

オニア株式会社総合研究所内

(72) 発明者 畑野 秀樹

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号バイ

オニア株式会社総合研究所内

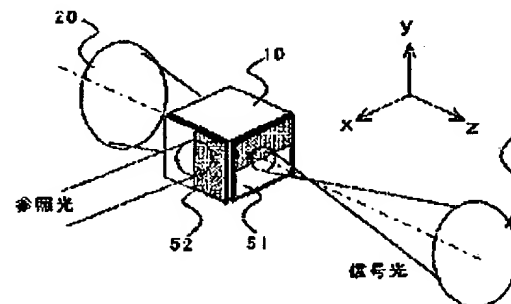
(74) 代理人 弁理士 藤村 元彦

(54) 【発明の名称】 体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置

(57) 【要約】

【課題】 レンズ整形の場合と比べて参照光及び信号光の記録媒体内部の干渉領域形状を容易に整形できる体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置を提供する。

【課題を解決するための手段】 少なくとも2つのコヒーレント光の三次元的な光干渉パターンをその屈折率の空間的な変化としてその内部に記録する記録媒体が装着され、コヒーレントな信号光ビームを記録媒体にフーリエ変換レンズを介して入射する信号光ビーム光学系と、コヒーレントな参照光ビームを記録媒体に入射する参照光ビームの光学系と、記録媒体内部において参照光ビームを信号光ビームに対して交差せしめその交差する角度を変化させる手段と、参照光ビームによる記録媒体からの回折光を検出する手段と、を有する体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置であって、記録媒体内における信号光ビーム及び参照光ビームが交差する領域内において、信号光ビーム及び参照光ビームの光強度分布を偏在させる強度分布偏在手段を、信号光ビーム及び参照光ビームの光学系の光路に備えた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも2つのコヒーレント光の三次元的な光干渉パターンをその屈折率の空間的な変化としてその内部に記録する記録媒体が装設され、コヒーレントな信号光ビームを前記記録媒体にフーリエ変換レンズを介して入射する信号光ビーム光学系と、コヒーレントな参照光ビームを前記記録媒体に入射する参照光ビーム光学系と、前記記録媒体内部において前記参照光ビームを前記信号光ビームに対して交差せしめその交差する角度を変化させる手段と、前記参照光ビームによる前記記録媒体からの回折光を検出する手段と、を有する体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置であって、前記記録媒体内における前記信号光ビーム及び参照光ビームが交差する領域内において、前記信号光ビーム及び参照光ビームの光強度分布を偏在させる強度分布偏在手段を、前記信号光ビーム及び参照光ビームの光学系の光路に備えたことを特徴とする体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置。

【請求項2】 前記強度分布偏在手段は、前記信号光ビーム及び参照光ビームが存在する平面に垂直で前記記録媒体近傍に配置された液晶パネルであって、前記液晶パネルは、電気的制御によって変化せしめられ、各ビームの光軸を繞に光透過性部分と光非透過性部分とを有することを特徴とする請求項1記載の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置。

【請求項3】 前記強度分布偏在手段は、前記信号光ビーム及び参照光ビームが存在する平面に垂直で前記記録媒体近傍に配置された部分的遮光板であって、前記部分的遮光板は、各ビームの光軸を繞に光透過性部分と光非透過性部分とを有することを特徴とする請求項1記載の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置。

【請求項4】 前記部分的遮光板は透明平板であって前記非透過部分は回折格子からなることを特徴とする請求項3記載の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置。

【請求項5】 前記強度分布偏在手段は、前記信号光ビーム及び参照光ビームの光学系の光路中にそれぞれ配置されかつ、各ビームの光軸に関して対称な前記記録媒体内における光軸から離れた位置に光強度の小なる部分を前記信号光ビーム及び参照光ビームに付与する空間光変調器であることを特徴とする請求項1記載の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置。

【請求項6】 前記回折光を検出する手段は、前記記録媒体からの回折光の光軸に垂直な平面に複数の受光画素が所定ピッチで配列されてなる電荷結合素子イメージセンサと、前記受光画素に対応して前記所定ピッチで設けられた複数の開口を有しかつ前記平面に沿って互いに直交する方向に移動自在で前記受光画素上に離間して保持された遮光性板状体からなるピンホールアレイと、前記ピンホールアレイを前記互いに直交する方向に駆動する

駆動素子と、からなることを特徴とする請求項1記載の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置。

【請求項7】 前記駆動素子はピエゾ素子からなることを特徴とする請求項6記載の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置。

【請求項8】 前記ピンホールアレイは、前記複数の開口の各々に凸レンズを備えかつレンズ間を遮光物質で充填したマイクロレンズアレイからなることを特徴とする請求項6または7記載の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置。

【請求項9】 前記ピンホールアレイは、前記複数の開口の各々に分布屈折率型平板レンズを備えかつレンズ間を遮光物質で充填したマイクロレンズアレイからなることを特徴とする請求項6または7記載の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置。

【請求項10】 前記参照光ビーム及び前記信号光ビームが交差する前記記録媒体内部の部位からの漏れる回折光を検出するモニタ手段と、前記モニタ手段からの信号に応じて前記信号光ビームの明滅を制御するシャッタ制御手段と、を有することを特徴とする請求項1記載の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置。

【請求項11】 前記モニタ手段は、受光量を減衰できるフィルタを備えた前記参照光ビームによる前記記録媒体からの回折光を検出する手段であることを特徴とする請求項10記載の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置。

【請求項12】 前記信号光ビームの波長と異なる波長のモニタ光を、前記参照光ビーム及び前記信号光ビームが交差する前記記録媒体内部の部位に照射するモニタ光照射手段と、前記部位から反射するモニタ光を前記モニタ手段が受光するように前記モニタ光照射手段を移動せしめる手段と、を備えたことを特徴とする請求項10記載の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、フーリエ変換ホログラムに関し、特に体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】平面上の明暗のドットパターンとしての画像の透過率分布に、これに垂直に平行光が入射すると、その構造と直角方向に強く光が回折される。一般に画像はいろいろな方向でいろいろな空間周波数成分が重なったものと考えられる。これは、時間的に変化する電気信号や音響信号が、いろいろな正弦波成分に分解できるのと同様であり、数学的には二次元のフーリエ変換を計算することによって空間周波数成分の分布を求めることができる。

【0003】光学的に、画像に一樣な平行光を入射させてブラウンホーファ回折による回折光の振幅の角度分布

を求めることは、数学的に画像の振幅透過率の二次元的なフーリエ変換を求めることと同等である。コヒーレントな平行光で照明された画像からの回折光すなわち信号光を、その焦点距離だけ離しておいたフーリエ変換レンズで結像し、その焦点面すなわちフーリエ面上の分布に直してフーリエ変換の結果の分布をコヒーレントな参照光と干渉させて、平板上に塗布された感光剤に干渉縞として記録したものがフーリエ変換ホログラムである。

【0004】フーリエ変換ホログラムに記録された波面は画像のフーリエ変換に相当するものだから、画像として再生するためには逆フーリエ変換を行わなければならない。逆フーリエ変換は、平板のフーリエ変換ホログラムを同じ参照光で照明して再生した回折光をフーリエ変換レンズで収束することと同等であり、フーリエ面上には元の画像の振幅透過率分布が再生される。

【0005】このように平面的なフーリエ変換ホログラムは、限られたスペースにホログラムを納めることができることと、情報をフーリエ変換して空間に情報を分散するため、記録の冗長性を高めることができるという利点がある。また、フーリエ変換ホログラムには、このよう

な平面的な記録媒体の厚さより厚い体積ホログラムがあり、一般に体積ホログラムの方が、回折効率を大きくすることができるため、大容量情報の記録には有利とされる。この体積ホログラフィックメモリでは、二次元的画像ページ単位として記録媒体の三次元的な空間内に分散されて記録される。

【0006】近年、体積ホログラフィックメモリとして、三次元的な干渉パターンをその空間的な屈折率変化としてその内部に記録できる記録媒体、たとえばニオブ酸リチウム(LN)などのフォトリフラクティブ結晶が注目されている。このフォトリフラクティブ効果は、光励起によって生じた電荷が結晶内を移動することによって空間電界を形成し、これが一次の電気光学効果すなわちポッケルス効果と結び付いて結晶の屈折率を変化させる現象である。フォトリフラクティブ効果を有する強誘電体結晶などにおいては、通常1mmあたり1000ライン以上の細かい光入力パターンに対しても屈折率変化が応答し、またその効果は材料にもよるがマイクロ秒～秒オーダーの応答速度でリアルタイムに生じることから、現象不要な実時間ホログラム媒体として種々の応用が研究されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ホログラフィックメモリは、デジタルデータを空間的な光のオンオフ信号により、例えば透過型のTFT液晶表示装置(Thin Film Transistor Liquid Crystal Display)(以下、LCDともいう)のパネル平面上に明暗のドットパターン画像として変換し、この画像データの回折光すなわち信号光をコヒーレント参照光と干渉させて、直方体の記録媒体中においてその干渉パターンを記録する。このホログラフ

ィックメモリに参照光と同じ光を用いて、再生され生じるドットパターンの像を光電検出器アレイで受けて、その出力信号を電子回路で処理してデジタルデータに戻して読み出す。

【0008】画像データは信号光と参照光とが交差した記録媒体中の部位にだけ記録されるので、参照光の横断面形状を記録媒体の形状に合わせて適当に整形することにより空間多重記録することが可能である。たとえば参照光を鉛直方向1mm、水平方向4mmの楕円光ビームに整形すると鉛直方向に1mm単位での多重記録が可能である。この場合、信号光と参照光の位置を合わせて記録する。

【0009】光ビーム整形には通常、レンズを用いるが、レンズを用いることによって光ビーム整形しているため、空間多重記録するときに参照光を記録位置に対して最適な形状にするのが困難である。そこで本発明の目的は、レンズ整形の場合と比べて参照光及び信号光の媒体内部の干渉領域形状を容易に整形できる体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置を提供することにある。

【0010】複数画素結合素子のマトリクスを用いたCCDイメージセンサ(以下、単にCCDという)やLCDは、画像取り込み、画像表示の分野で発展してきたが、これらには高性能化のために開口率を大きくすることが求められてきた。しかしデジタル体積ホログラム分野への応用では、開口率が大きいだけでは隣接画素へのクロストークが大きくなり、ホログラム再生画像の劣化原因となっていた。

【0011】また従来は、CCDの中で開口率の高いものを利用して、より明るい再生画像を得るように、システムを組んでいた。このため位置決め時の余裕度はCCDの受光素子間距離(～数μm以下)程度しかなく、高い組立精度が必要であった。CCDは基本的に隣接画素からのクロストークが発生しやすく、高い信号レベルを得るために受光面積を広くすると隣接画素からのクロストークも大きくなる。

【0012】このためデジタル記録再生システム用の受光素子として使用するには、2画素または4画素などの複数画素を1情報単位(1～数ビット)として扱い、クロストークの影響を低下させる手法がとられてきた。しかしこの方法では情報の冗長性が大きく、記録密度が低くなるという問題点があった。

【0013】そこで、本発明の目的は、隣接画素によるクロストークの低減を図り、位置決め時の余裕度を拡大できる体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置を提供することにある。さらに、フォトリフラクティブ効果を用いた回折格子の多重記録では、先に記録された回折格子は、その後の多重記録により徐々に消去されて行く。この消去の減衰係数を消去時定数と呼ぶ。記録に用いる媒体については、あらかじめ消去時定数を測定し

ておく必要がある。この消去時定数から、記録順番に依存した記録時間の関係を決する。これをスケジューリングと言う。このスケジューリングに従い多量記録をおこなうことで、一定の明るさを持つ再生画像が得られる。

【0014】ところが結晶ごとに光学定数、応答速度、分極の大きさ、消去時定数などがばらつき、均一に記録することが容易ではなかった。そこで、本発明の目的は、均一に記録することができる体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明は、少なくとも2つのコヒーレント光の三次元的な光干渉パターンをその屈折率の空間的な変化としてその内部に記録する記録媒体が装着され、コヒーレントな信号光ビームを前記記録媒体にフーリエ変換レンズを介して入射する信号光ビーム光学系と、コヒーレントな参照光ビームを前記記録媒体に入射する参照光ビームの光学系と、前記記録媒体内部において前記参照光ビームを前記信号光ビームに対して交差せしめその交差する角度を変化させる手段と、前記参照光ビームによる前記記録媒体からの回折光を検出する手段と、を有する体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置であって、前記記録媒体内における前記信号光ビーム及び参照光ビームが交差する領域内において、前記信号光ビーム及び参照光ビームの光強度分布を偏在させる強度分布偏在手段を、前記信号光ビーム及び参照光ビームの光学系の光路に備えたことを特徴とする。

【0016】これにより、レンズ整形の場合と比べて参照光及び信号光の媒体内部の干渉領域形状を容易に整形できる。上記の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置において、前記強度分布偏在手段は、前記信号光ビーム及び参照光ビームが存在する平面に垂直で前記記録媒体近傍に配置された液晶パネルであって、前記液晶パネルは、電気的制御によって変化せしめられ、各ビームの光軸を境に光透過性部分と光非透過性部分とを有することを特徴とする。

【0017】上記の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置において、前記強度分布偏在手段は、前記信号光ビーム及び参照光ビームが存在する平面に垂直で前記記録媒体近傍に配置された部分的遮光板であって、前記部分的遮光板は、各ビームの光軸を境に光透過性部分と光非透過性部分とを有することを特徴とする。上記の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置において、前記部分的遮光板は透明平板であって前記非透過部分は回折格子からなることを特徴とする。

【0018】上記の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置において、前記強度分布偏在手段は、前記信号光及び参照光ビームの光学系の光路中にそれぞれ配置されかつ、各ビームの光軸に関して対称な前記記録媒

体内における光軸から離れた位置に光強度の小なる部分を前記信号光ビーム及び参照光ビームに付与する空間光変調器であることを特徴とする。

【0019】上記の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置において、前記回折光を検出する手段は、前記記録媒体からの回折光の光軸に垂直な平面に複数の受光画素が所定ピッチで配列されてなる電荷結合素子イメージセンサと、前記受光画素に対応して前記所定ピッチで設けられた複数の開口を有しかつ前記平面に沿って互いに直交する方向に移動自在で前記受光画素上に離間して保持された遮光性板状体からなるピンホールアレイと、前記ピンホールアレイを前記互いに直交する方向に駆動する駆動素子と、からなることを特徴とする。

【0020】上記の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置において、前記駆動素子はピエゾ素子からなることを特徴とする。上記の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置において、前記ピンホールアレイは、前記複数の開口の各々に凸レンズを備えかつレンズ間を遮光物質で充填したマイクロレンズアレイからなることを特徴とする。

【0021】上記の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置において、前記ピンホールアレイは、前記複数の開口の各々に分布屈折率型平板レンズを備えかつレンズ間を遮光物質で充填したマイクロレンズアレイからなることを特徴とする。上記の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置において、前記参照光ビーム及び前記信号光ビームが交差する前記記録媒体内部の部位からの漏れる回折光を検出するモニタ手段と、前記モニタ手段からの信号に応じて前記信号光ビームの明滅を制御するシャッタ制御手段と、を有することを特徴とする。

【0022】この構成により、消去時定数が記録時の応答速度に比べて十分に長い場合、結晶の典型的な消去時定数を求めておき、基本的なスケジューリングは消去時定数から計算し、記録時に回折格子の形成具合を観察することで、スケジューリングから予測される回折効率になるようフィードバックをかけながら記録をおこなうことができる。

【0023】上記の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置において、前記モニタ手段は、受光量を減衰できるフィルタを備えた前記参照光ビームによる前記記録媒体からの回折光を検出する手段であることを特徴とする。上記の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置において、前記信号光ビームの波長と異なる波長のモニタ光を、前記参照光ビーム及び前記信号光ビームが交差する前記記録媒体内部の部位に照射するモニタ光照射手段と、前記部位から反射するモニタ光を前記モニタ手段が受光するように前記モニタ光照射手段を移動せしめる手段と、を備えたことを特徴とする。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面を参照しつつ説明する。実施例に体積ホログラフィックメモリを光情報記録再生装置に適用する実施形態において、例えば、記録媒体の同一空間内に参照光の照射角度を変えて記録する角度多重記録方式を採用して、説明する。角度多重方式では、画像1ページ分の情報の記録及び再生を、参照光についてあらかじめ設定した照射角で行い、記録媒体のおおむね同位置に繰り返し参照光の照射角度を変えて、複数ページの情報の記録及び再生を行う。読み出し時に隣接角度で記録したページ画像からのクロス

トークが生じない程度に角度の幅を持つ必要がある。【0025】用いられる記録媒体には、三次元的な干渉パターンを結晶内の屈折率の空間的な変化として記録するフォトリソグラフィック結晶が使われている。具体的にはニオブ酸リチウム(LN)が多く用いられる。ホログラフィック多重記録用としてLNは、記録後の保存寿命が比較的に長いこと、定着が可能なこと、扱いやすいこと等の長所がある。

【0026】図1は本発明による体積ホログラフィックメモリを用いる光情報記録再生装置の一例を示す。レーザ光源装置1から出射された光ビームを半透明鏡3で信号光ビーム4と参照光ビーム5の2つに分け、それぞれは信号光ビーム光学系及び参照光ビーム光学系の光路に導かれる。レーザ光源装置において、通常は直線偏光の出射した光は、NDフィルタ(Neutral density filter)により所定の光強度になるように調整された後、外部から制御される自動シャッターにより光ビームの記録媒体に照射する時間を制御されている。1/2波長板を記録媒体に入射する光の偏光方向を制御するために用いてもよい。

【0027】半透明鏡3を反射した信号光ビームは、信号光ビーム光学系において、シャッター6a、反射鏡6、光ビームエキスパンダ7、空間光変調器8及びフーリエ変換レンズ9を通して記録媒体10へ入射する。つまりビームエキスパンダ7により所定径の平行光に拡大される。さらに空間光変調器8により記録ページデータに応じて空間変調された後、すなわち信号光ビームが各画素毎の透過/非透過に二次元格子パターンとして空間変調された後、フーリエ変換レンズ9によりフーリエ変換像として結像される。このとき、1/2波長板により光の偏光方向を制御し、NDフィルタにより所定の光強度に制御してもよい。

【0028】一方、参照光ビーム光学系では光ビームエキスパンダ11及びページ反射鏡12を通して参照光ビーム5を記録媒体10へ入射させ、媒体内部の位置で2つの光ビームを交差させる。半透明鏡3を透過した参照光ビーム5はビームエキスパンダ11にて所定径の平行光に広げられるが、NDフィルタでさらに光強度を制御されてもよい。その後、ページ反射鏡12で所定の

角度に制御され記録媒体に入射する。ページ反射鏡12のページング動作は偏向角とミラーのスライドにより記録媒体の同一部位に角度の異なる参照光が入射するように制御がなされる。

【0029】フーリエ変換レンズ9を透過した信号光ビームとページ反射鏡12を反射した参照光は記録媒体10内でホログラムを形成する。すなわち、データを記録するときには信号光と参照光を同時に記録媒体10に照射し媒体内にて屈折率が変化して干渉パターンを記録する。ホログラムの形成時間はレーザ光源装置の自動シャッターで制御される。

【0030】一方、再生時は、シャッター6aの閉塞によりページ反射鏡12からの参照光のみが記録媒体に照射され、記録媒体からの回折光は逆フーリエ変換レンズ20を介してCCDを含む二次元光検出器アレイ21に結像する。CCDの画素とLCDの画素は1:1に対応するような調整がなされている。これら画素の対応関係は1:1だけでなく1:4または4:1など種々のパターンが存在する。このように、情報を再生するときは記録媒体10の記録された干渉パターンに参照光5のみを照射することでデータを読み出すことができる。

【0031】この装置において、記録すべきデジタル信号はコントローラ30に入力され、コントローラ30にて、エラー訂正符号付加、バイナリー符号化などの処理を行った後、信号光制御ドライバ31にてページ画像列の信号に変換され、ページ毎のデータがページ画像として、LCDのような光透過型の空間光変調器8に送り込まれ、画像データが形成される。コントローラ30は、レーザ光源装置の自動シャッターをするシャッター制御ドライバ32を介して、画像データがある間の両光ビームの記録媒体に照射する時間を制御する。

【0032】同時にコントローラ30は、画像データに対応して、参照光制御ドライバ33を介してページ反射鏡12を移動させて反射鏡の角度位置を変えることにより、所定の入射角(θ)に設定された参照光が所定の時間照射されてホログラムが書き込まれる。以下、順次ページ画像の送出、参照光の入射角の設定、ホログラム記録という手順が繰り返される。この一つの角度の設定に対応して1ページ分の情報が記憶される。

【0033】再生の手順は以下のようなになる。コントローラ30は、シャッター6aを閉じ、参照光制御ドライバ33を介して、ページ反射鏡12による参照光の入射角を記録時の設定に対応した所定の値に設定し、参照光のみを照射し、干渉パターンへの回折光を逆フーリエ変換レンズ20を用いて、再生ページ画像をCCDを含む二次元光検出器アレイ21に結像させる。参照光の光強度は、記録情報を消去してしまわないように記録時と比較して十分に低い値に設定すると同時に、参照光の照射時間は検出器出力において適切なS/N比が得られるようにシャッター制御ドライバ32及び参照光制御ドライバ

33を設定する必要がある。光検出器出力はコントローラ30で復号化、エラー訂正処理などの信号処理を経て記録されたデータが読み出される。

【0034】本実施例の体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置においては、図1及び図2に示すように、記録媒体10の信号光入射側及び参照光入射側にそれぞれ第2及び第3の空間光変調器51及び52を設けてある。図示するように、第2及び第3の空間光変調器51及び52は、信号光ビーム及び参照光ビームが存在する平面に垂直で記録媒体10近傍に配置された部分的遮光板であって、この部分的遮光板は透明ガラス平板に黒インクをコートしたものでよく、各ビームの光軸を繞にほぼ同面積の光透過性部分53と光非透過性部分54とを有する。また光透過性部分53及び光非透過性部分54は同面積でなくともよい。空間光変調器にはLCDなどの液晶シャッタ、ホログラムプレートを使用することが好ましい。光ビーム形状の制御はLCDの場合は電気的に、ホログラムプレートの場合はホログラムプレートを交換することで行う。

【0035】図2に示すように、信号光の鉛直方向の中心に対して参照光を上下2分割してデータを記録する。例えば、第2及び第3の空間光変調器51及び52を信号光ビーム及び参照光ビームが存在する平面に垂直で記録媒体近傍に配置された液晶シャッタパネルとして、電氣的制御によって、各ビームの光軸を繞に同面積の光透過性部分と光非透過性部分とを有するようにしてもよい。このとき参照光及び信号光は図3(a)に示すような組み合わせ1〜3のパターンに部分的に遮光されて照射される。再生時には参照光を空間光変調器で記録時と同一のパターンで読み出す。図3(a)に示す組み合わせ1〜4のパターンに応じて、図3(b)の記録媒体10内の部位(1)〜(4)に参照光及び信号光が交差して干渉パターンが屈折率の変化として記録される。すなわち、記録媒体10内における各ビームの光軸に対称に光軸から離れた位置に光強度の小なる部分を信号光ビーム及び参照光ビームに付与するのである。

【0036】このようにして、光ビームエキスパンダ等を用いて信号光及び参照光を記録媒体10に適度な大きさに照射されるように光ビーム整形しておき、それぞれの光路中に第2及び第3の空間光変調器51及び52を挿入して、空間光変調器で光ビーム形状を制御する。記録媒体10内における信号光ビーム及び参照光ビームが交差する領域内において、信号光ビーム及び参照光ビームの光強度分布を偏在させるように強度分布偏在手段すなわち、第2及び第3の空間光変調器を、信号光ビーム及び参照光ビームの光学系の光路に備えているのである。よって、図1に示す信号光及び参照光の光路中に第2及び第3の空間光変調器51及び52を挿入することもできる各空間光変調器にホログラムプレートを用いた例を図4に示す。透明平行平板のホログラムプレート

55での動作については、その透過部分56ではそのまま光が透過するため記録媒体に照射される一方、非透過部分57にはホログラム回折格子を設ける。この部分では光が回折格子によって回折するための記録媒体には光が届かない。

【0037】更なる実施例としては、図1に示す二次元光検出器アレイ21すなわち再生された回折光を検出する手段は、図5に示すように、記録媒体からの回折光の光軸に垂直な平面にCCD70と、そのマトリクス配置の感光画素71に対応して所定ピッチで設けられた複数の開口72を有しかつCCD平面に沿って互いに直交する方向に移動自在で感光画素上に離間して保持された遮光性板状体73からなるピンホールアレイ74と、ピンホールアレイを互いに直交する方向に駆動するピエゾ素子などの駆動素子75と、を含んでいる。

【0038】この二次元光検出器アレイ21によれば、フーリエ変換レンズを用いた体積ホログラム記録再生システムのモジュール組み立て調整をおこなう場合の実際にモジュール化する際に、CCDの感光素子間隔以下の一定の組み立て精度で位置決めがおこなわれるが、非常に精度を要求されるので、従来は、手間のかかる工程となっていたが、かかる煩雑さが解消できる。すなわち、ピエゾ素子駆動の可動ピンホールアレイ74をCCD画素71上に設けることで、組み立て精度を緩和するほか組み付け後の微調整も可能となる。

【0039】さらに、以下の効果もある。図6(a)に示すように光学調整が基準どおりに行われた場合と、図6(b)に示すように光学調整が不十分であった場合について可動ピンホールアレイ74の効果を示す。可動ピンホール無しでは、図6(b)の波線に示すように、CCD上の光強度分布には本来受光しない隣接画素からの出力があり、CCD出力信号のコントラストが低下し、CCD出力サンプリング後のCCD出力の中で実際に使用できる出力が隣接画素からのクロストークを受け、本来Lowレベル以下であることが期待されている画素が中間的な値を持ってしまふ。このため、実際は再生画像の質により、このクロストークがより深刻な問題となる。

【0040】しかし、CCD画素の直前に可動のピンホールアレイを配置する本実施例の図6(b)の実線に示すように、ピンホールアレイによりCCDの開口率が減少し、隣接CCD画素への迷光入射が緩和される。また、図7に示したように、隣接した受光画素に迷光として入射しないように、すなわち、基準のxy位置に基づいてピエゾ素子などの駆動素子75によりピンホールアレイ74をxy方向に移動調整し(S1)、CCD出力を獲得し(S3)、CCD出力を復調し(S4)、誤差を検出し(S5)、これからxy変位量を検出して(S6)(S7)、検出したxy変位量にて調整を繰り返すことにより、得られる信号強度の最適化も図れる。この可動ピンホールアレイを駆動するピエゾ素子は、±0.5画素

分調整可能であれば良い。

【0041】ピンホールアレイによる制限をCCDの開口率を1としたとき、これと対を成すフーリエ変換レンズの反対側の焦点上にLCDの開口率を1から0.5にすることで最適になる。また、他の実施例として図8(a)に示したように、二次元光検出器アレイ21におけるピンホールアレイ74は、複数の開口の各々に凸レンズ77を備えかつレンズ間を遮光物質78で充填したマイクロレンズアレイとしてもよい。さらに、図8(b)に示したように、ピンホールアレイは、複数の開口の各々に分布屈折率型平板レンズ79を備えかつレンズ間を遮光物質78で充填したマイクロレンズアレイとしてもよい。

【0042】次に異なる他の実施例について説明する。この実施例においては、体積ホログラフィックメモリ光情報記録再生装置に、参照光ビーム及び信号光ビームが交差する記録媒体内部の部位からの漏れる回折光を検出するモニタ手段を設けて、信号光ビームの明滅を制御するシャッタ制御手段をモニタ手段からの信号に応じて制御する。

【0043】図9に示すように、ホログラム記録は基本的に記録光及び参照光の相互の光のモード結合を屈折率変化としてフォトリフракティブ結晶記録媒体中に記録する。そこで、モード結合具合によりCCD受光強度には2通りのモードがある。例えば図9(a)に示すように電気光学定数 r_{ij} に依存して結晶中に屈折率変化が生じるように配置したFeをドーピングしたLiNbO₃を用いる記録媒体のように参照光と信号光間で周期的にパワーのやり取りを行う場合、記録中の画像は回折格子の形成とともに明滅を繰り返す。また、他のモードは、図9(b)に示すように、フォトリフракティブ効果による結晶の屈折率変化が電気光学定数 r_{ij} に依存するよう位置する記録媒体のように、参照光側の光パワーが一方向的に記録光側に結合してゆく場合である。

【0044】これらの現象は、記録媒体中の記録が進行するに従ってその光パワー移動が顕著に観察されるようになる。つまり図9(a)でいえば回折光量の明滅のコントラストであり、図9(b)では単純に回折光量の増加となる。そこで、実施例では、モニタ手段は、受光量を減衰できるフィルタを備えた構成とする。図10に実施例の装置を示すが、図1に示す上記実施例とはほぼ同一なので、構成が異なる部分のみを示し、他は省略する。光学系で、CCDカメラの二次元光検出器アレイ21に減衰量調整幅が大きい可変フィルタ81を置き、記録時には減衰量を上げて、信号光透過光と参照光回折光の混合光を観察する。この再生画像輝度から回折効率を逆算しリアルタイムで最適な記録をおこなう。

【0045】図9(a)に示す回折光量の明滅のコントラストのある場合は、その明暗の輝度差を観察することで記録状態を把握し、制御する。図9(b)に示す場合

は、記録中の画像は回折格子の形成と共に画像の輝度が比例して上昇するので、輝度が所定のレベルに到達するように制御する。異なる他の実施例を図11に示す。これも図1に示す上記実施例とはほぼ同一なので、構成が異なる部分のみを示し、他は省略する。この実施例は、信号光ビームの波長と異なる波長のモニタ光を参照光ビーム及び信号光ビームが交差する記録媒体10内部の部位に照射するモニタ光照射手段であるレーザ83と、部位から反射するモニタ光をモニタ手段である受光装置84例えば二次元光検出器アレイが受光するようにモニタ光照射手段を移動せしめる駆動機構85と、を備える。

【0046】レーザ83には信号光と波長の異なるレーザを用い、一例として、He-Neレーザをモニタ光として用いる。信号光とは波長が違うのでブラッグ角が異なる。これにより従来の記録再生光学系にモニタ用光学系を付加できる。多重記録方法として角度多重を用いる場合は、図11のようにモニタ光の光学系も入射角を変える必要があるので、駆動機構85により媒体への入射角の変更には図のようにレーザ83及び受光装置84自体を移動する。駆動機構85には、可動ステージとガルバノ反射鏡や、2組のガルバノ反射鏡、または音響光学素子(AOD)を用いても良い。このモニタ用光学系により記録時の回折格子形成を独立して観測できる。その情報をフィードバックして記録時間を制御する。

【0047】このときモニタ用の受光装置84がCCDカメラであると、リアルタイムで記録中の再生画像が得られる。この再生画像からエラー率を測定し、より適切な制御をリアルタイムでおこなうことができる。また、受光装置84はフォトダイオードでもよい。このときは画素合わせ等の調整が不要となり簡単に設置できる。回折格子形成状況は回折強度を観察することで把握できる。

【0048】例えば、現状のニオブ酸リチウムを用いたホログラフィックメモリではフォトリフракティブ効果により情報を記録する。フォトリフракティブ効果は明確な閾値を持たないため、1(W/cm²)以下という比較的微弱な光でも記録できるというメリットを持つ。しかし、このため記録消去にも閾値がなく、多重記録や、再生のための光照射でも記録が劣化するという欠点がある。

【0049】そこで、1000ページ多重記録を例に説明する。1000ページ全てを同一記録パワー、記録時間で記録すると、1ページ目に記録されたものは2ページ目以降の記録時に常に他ページの記録光による劣化に晒される。このため1ページ記録直後の回折光量を1とすると2ページ記録後には0.94(結晶の特性により異なる)、3ページ記録後には0.92...となり、1000ページ記録後にはかなり小さくなってしまふ。このため1000ページ記録後に得られる各ページの回折光量が不均一となってしまふ。これを防ぐ手法として、他

ページの記録によって消去されてしまう分を予め考慮して、初期記録時にその分を余分に記録するスケジューリングを行うが、本実施例によればリアルタイムで行うことができる。

【0050】例えば、図12に示すように、全記録ページ枚数を設定し、まず、枚数初期値から枚数を計数し（S1）モニタ光の反射率ミラーの位置制御をなし（S2）、全ページ記録終了の判断をなし（S3）、終了していなければ回折効率目標値 a を算出し（S4）、シャッタを開放し（S5）、回折光量 b を検出し（S6）、 a/b 以下か判断し（S7）、これを満たせば（S1）の枚数の計数を繰り返す、これを満たさなければ全ページ記録終了の判断をなし（S3）から繰り返す、全ページ記録終了と判断して終了する。これにより、ページ毎のリアルタイムの記録の監視が図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例の体積ホログラフィックメモリ光記録再生装置を示すブロック図。

【図2】 記録媒体及び空間光変調器を示す斜視図。

【図3】 空間光変調器の作用を示す構成図。

【図4】 ホログラムプレートを示す断面図。

【図5】 本発明の他の実施例の二次元光検出器アレイを示す構成図。

【図6】 二次元光検出器アレイの作用を示す構成図。*

*【図7】 ビンホールアレイの位置制御のフロー図。

【図8】 本発明の他の実施例における二次元光検出器アレイを示す構成図。

【図9】 本発明の他の実施例における記録媒体の特性図。

【図10】 本発明の他の実施例の体積ホログラフィックメモリ光記録再生装置の要部を示すブロック図。

【図11】 本発明の他の実施例の体積ホログラフィックメモリ光記録再生装置の要部を示すブロック図。

10 【図12】 スケジュール制御のフロー図。

【主要部分の符号の説明】

3 半透明鏡

6 反射鏡

9 フーリエ変換レンズ

10 記録媒体

12 ページ反射鏡

20 逆フーリエ変換レンズ

21 光検出器アレイ

30 コントローラ

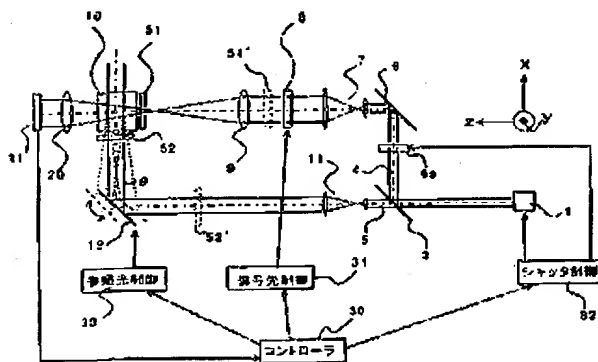
20 32 シャッター制御ドライバ

31 信号光制御ドライバ

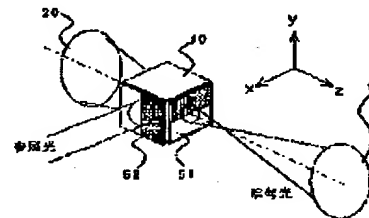
33 参照光制御ドライバ

51、52 第2及び第3の空間光変調器

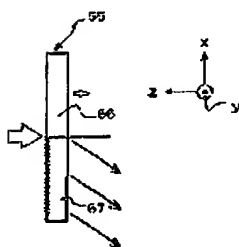
【図1】



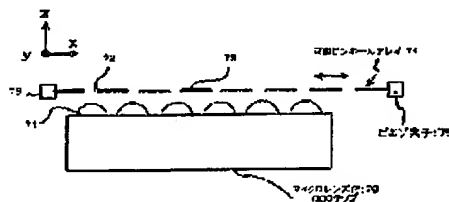
【図2】



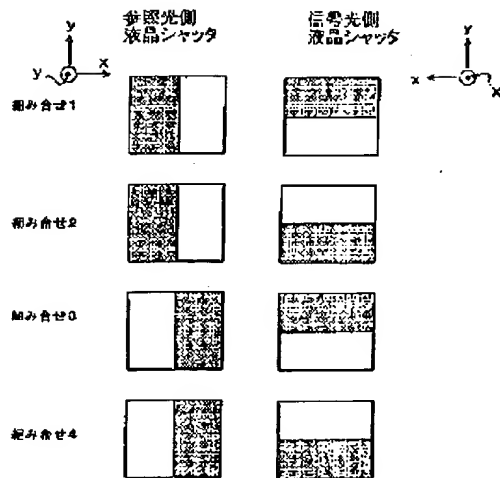
【図4】



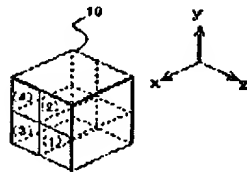
【図5】



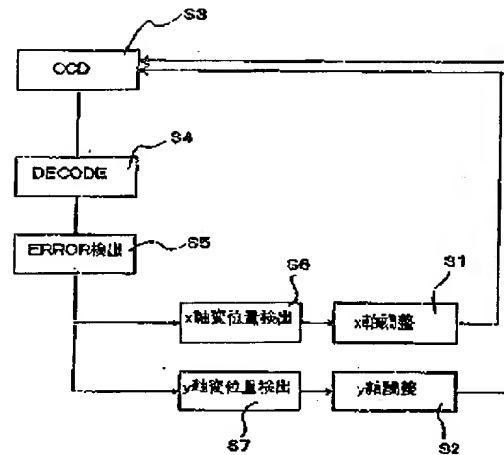
【図3】



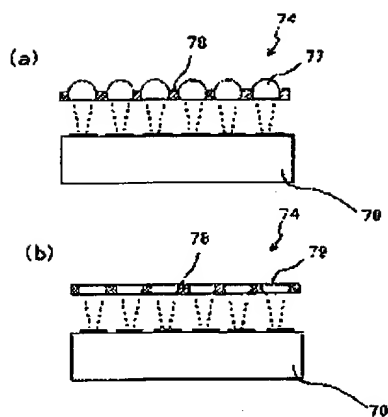
(b)



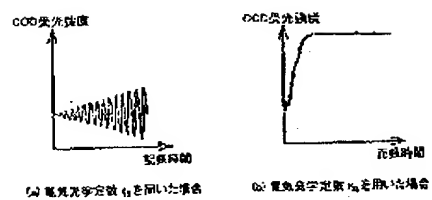
【図7】



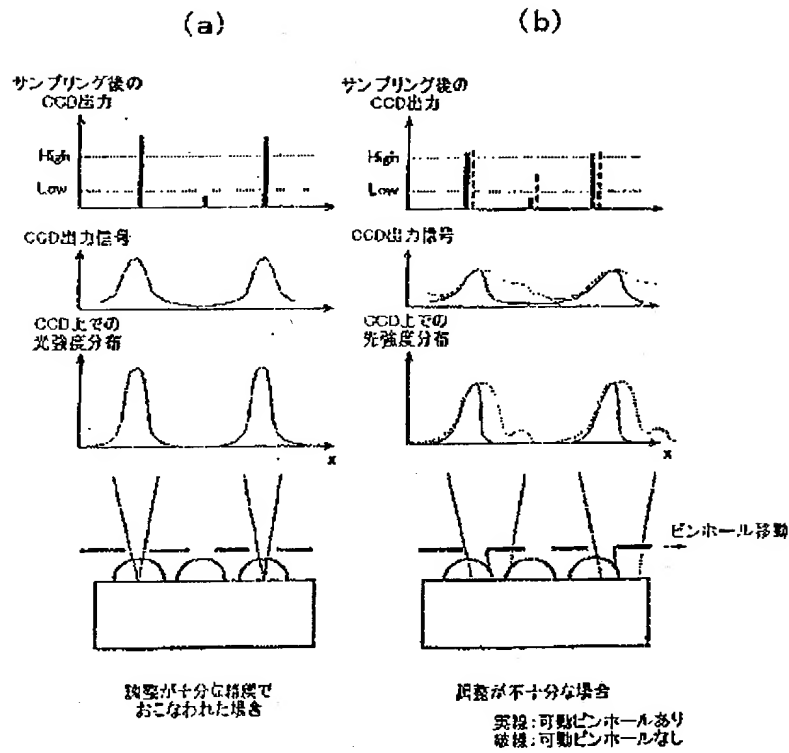
【図8】



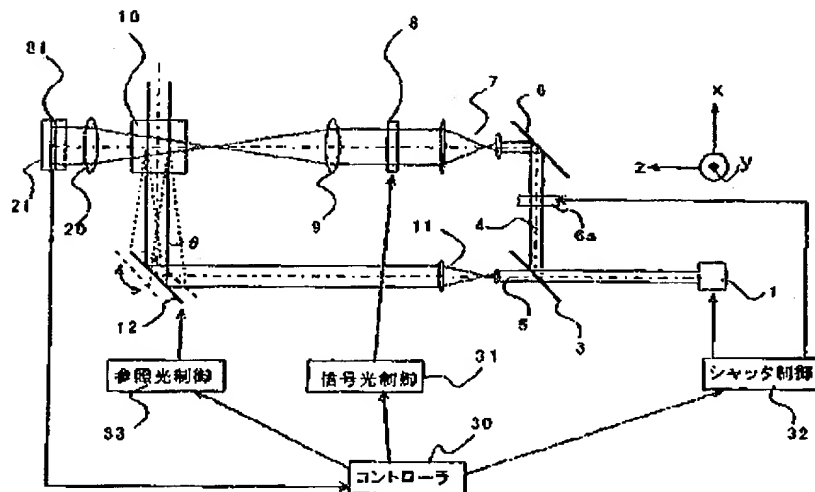
【図9】



【図6】



【図10】



【図12】

